



**О. В. КЛИМОВЕЦ**  
*Аспирант кафедры математических методов в экономике, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова. Область научных интересов: математическое моделирование, оценка эффективности инвестиционных проектов в энергетике, оценка риска.*

E-mail: ola1391@mail.ru

УДК 330.322.54

**С**татья посвящена оценке эффективности собственной генерации с учетом риска, обусловленного неопределенностью цен на энергоносители в будущем. Показано, что на экономическую эффективность собственной генерации существенное влияние оказывают неравномерность темпов роста цен на энергоносители и корреляция графика загрузки собственного генератора с суточным графиком рыночной цены на электроэнергию. Обоснована ограниченность применения существующих подходов, основанных на расчете денежных потоков и предполагающих однозначное определение их значений в будущем, в принятии инвестиционных решений в области энергетики. Показано, что в связи с высокой степенью влияния цен на энергоносители на эффективность инвестиционных проектов, а также с учетом неопределенности цен в будущем необходимо учитывать риски в целях повышения качества принимаемых решений. На основе анализа методов количественной оценки риска предложено использовать метод теории нечеткой логики как один из наиболее эффективных методов в условиях неопределенности параметров в будущем.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

**инвестиционный проект, нечеткое множество, собственная генерация, оценка риска, чистый дисконтированный доход, цена на электроэнергию, экономическая эффективность.**



**В. А. ЗУБАКИН**  
*Доктор экон. наук, профессор, ГОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова», начальник Департамента координации энергосбытовой и операционной деятельности ПАО «ЛУКОЙЛ». Область научных интересов: моделирование и управление рисками в энергетике.*

E-mail: zubakinva@gmail.com

# Методы оценки эффективности инвестиций в собственную генерацию в условиях риска

**Р**ыночная конъюнктура, характеризующаяся в настоящее время высокой волатильностью, особенности энергоснабжения промышленных объектов, зависимость экономической эффективности способа энергоснабжения от цен на энергоносители, подверженных влиянию множества случайных факторов, при определении целесообразности реализации проектов возведения собственных объектов, генерирующих энергию, накладывают ограничения на использование методов, традиционно применяемых в оценке экономической эффективности инвестиционных проектов. Тем не менее при оценке инвестиционных проектов в области энергетики не вызывает со-

мнений необходимость учета рисков, обусловленных указанными факторами в условиях кризиса.

Целью настоящего исследования являются разработка риск-ориентированных подходов к оценке эффективности инвестиций в собственную генерацию с учетом неопределенности цен на энергоресурсы и обоснование применения теории нечеткой логики в оценке рисков инвестиционных проектов.

Необходимость снижения издержек производства продукции обусловлена стремлением повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции. В этой ситуации решение менеджмента должно быть основано на анализе финансово-хо-

зайственной деятельности предприятия. Следовательно, необходимы выявление статьи затрат, составляющей наибольшую долю в себестоимости производимой продукции, и оценка потенциала ее снижения, например в энергоемких отраслях это энергетическая составляющая – затраты на приобретение и использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Затраты на ТЭР в себестоимости продукции различных отраслей [Энергосбережение, 2010] представлены в таблице.

### Факторы, определяющие экономическую эффективность собственной генерации

Собственная генерация дает много преимуществ [Perpermans G., 2005; Hadley S.W., Van Dyke J.W., Poore W.P. et al., 2003; Lovins A.B., Datta E., Feiler T. et al., 2002; Stevenson T., 2010; The Potential Benefits, 2007], прежде всего экономию затрат на электроэнергию и более надежное энергоснабжение [Климовец О.В., 2015].

Инвестиционные проекты в энергетике отличаются высокой зависимостью экономической эффективности их реализации от цен на электроэнергию и топливо. В частности, при оценке целесообразности реализации инвестиционного проекта возведения собственных энергоустановок, целью которого является замещение (полное или частичное) электроэнергии, поступающей из энергосистемы, электроэнергией, вырабатываемой на собственной энергоустановке на основе использования природного газа, необходимо учитывать соотношение цен на электроэнергию и природный газ. Чем относительно дороже электроэнергия и дешевле газ, тем больше экономический эффект перехода на собственную генерацию.

Проанализируем динамику и выявим тенденцию изменения цен на электроэнергию и на природный газ.

В соответствии с правилами оптового рынка электрической энергии и мощности [Об утверждении, 2015] крупные промышленные потребители могут покупать электроэнергию по ценам, сложившимся на оптовом рынке (рынок «на сутки вперед»).

Прогноз оптовых цен выходит за рамки данного исследования. Отметим лишь, что для составления прогноза свободных (нерегулируемых) цен на электрическую энергию по субъектам Российской Федерации согласно методике, разработанной ОАО «АТС» [Методика построения, [б.г.], в качестве исходных данных используется более 20 параметров, распределенных по группам:

- объем производства;
- гидроэлектростанции второй ценовой зоны;
- экспорт и импорт;

- выбор состава включенного генерирующего оборудования или генерирующего оборудования, находящегося в резерве;
- топливо;
- корректировка.

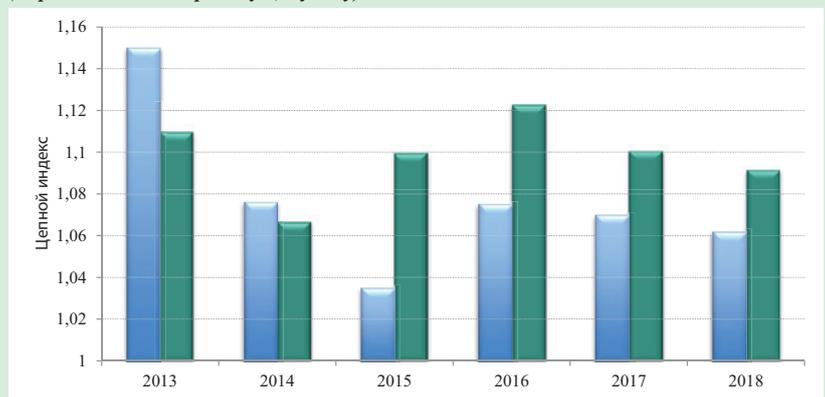
Оптовые цены на газ, за исключением оптовых цен на природный газ, реализуемый на организованных торгах, подлежат государственному регулированию [О государственном регулировании, 2000] и ежегодно индексируются Правительством Российской Федерации.

Минэкономразвития России разработан прогноз темпов роста оптовых цен на природный газ для потребителей, кроме населения, и роста цен на оптовом рынке электроэнергии до 2018 года [Сценарные условия, 2015]. Цепные индексы изменения оптовых цен на газ и электроэнергию (в среднем за год к предыдущему году) представлены на рис. 1.

Затраты на ТЭР в себестоимости продукции

Отрасль	Доля затрат, %
Электроэнергетика (производство электроэнергии)	48-52
Сельское хозяйство	18-22
Транспорт и связь, в том числе:	7-16
трубопроводный транспорт нефти	6-8
трубопроводный транспорт газа	14-17
Добыча топливно-энергетических ресурсов, в том числе:	4-5
угля и торфа	13-15
нефти	3-4
газа	3-4
Нефтяная промышленность (производство нефтепродуктов)	3-4
Строительство	5-7
Целлюлозно-бумажная промышленность	8-12
Химическая промышленность	9-12
Пищевая промышленность	3-5
Лесопромышленный комплекс	5-10
Цветная металлургия	15-20
Черная металлургия	8-10
Производство минеральных удобрений	25-30
Машиностроение	5-15

Рис. 1. Темпы роста оптовых цен на природный газ и электроэнергию (в среднем за год к предыдущему году)



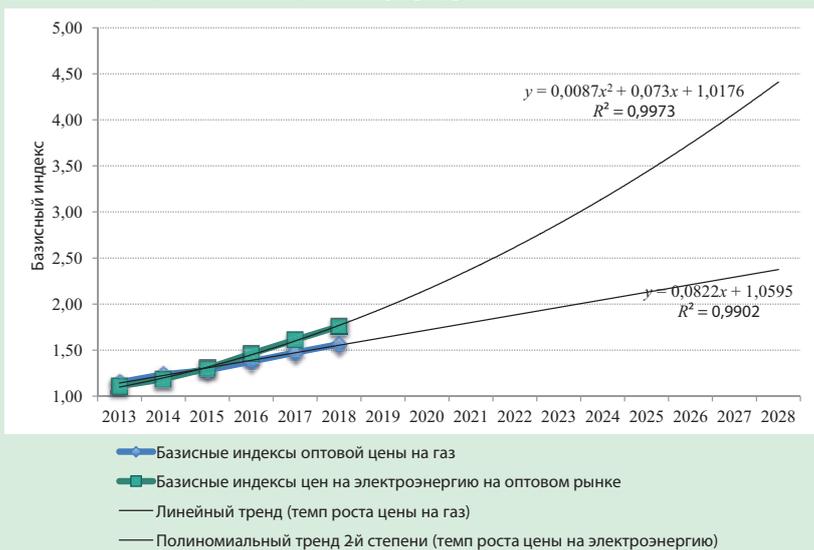
Для наглядного представления разницы в темпах роста цен на основе цепных индексов рассчитаны базисные индексы (рис. 2). Предположим, что наблюдаемая тенденция будет иметь место в будущем (прогнозный период – 10 лет), ряд базисных индексов цен на электроэнергию аппроксимирован полиномиальным трендом второй степени, а ряд базисных индексов цен на газ – линейным

трендом (рис. 3). Таким образом, учитывая неравномерность и непропорциональность роста цен на электроэнергию и на газ, можно допустить, что со временем экономия затрат на электроэнергию за счет собственной генерации будет возрастать по сравнению с использованием электроэнергии из сети.

Рис. 2. Динамика роста оптовых цен на природный газ и электроэнергию (в среднем за год к базисному 2012 году)



Рис. 3. Тенденция изменений цен на энергоресурсы



Помимо фактора роста цен, на эффективность собственной генерации существенное воздействие оказывают конфигурации графиков нагрузки и графиков рыночной цены на энергоносители [Обоскалов В. П., Померанец Д. И., 2013; Кирпиков А. В., Кирпикова И. Л., Обоскалов В. П., 2014]. На оптовом рынке электроэнергии ценовой график характеризуется колебаниями: повышением цен в «пиковые» часы, когда наблюдается наибольший спрос, и «провалами» в ночные часы.

Таким образом, экономическая эффективность собственной генерации зависит от стра-

тегии загрузки (суточного графика генерации электроэнергии). Например, предприятие может использовать собственную генерацию для покрытия производственных нужд, а также реализовывать излишки выработанной электроэнергии в те часы, когда рыночная цена на электроэнергию превышает цену электроэнергии, выработанной на собственной энергоустановке.

Вместе с тем оптимальный график нагрузки собственного источника электроэнергии определяется также ценой на газ. Например, в условиях низких цен на газ выгоднее в основном использовать собственную генерацию в базовой нагрузке, а при повышении цены на газ – в часы пиковых нагрузок, когда электроэнергия в сети дорогая, или в качестве резервных источников энергии. Кроме того, в целях максимизации экономического эффекта от установки собственной генерации необходимо определить оптимальную мощность установки.

## Анализ методов оценки инвестиционного проекта

Традиционный подход к оценке эффективности инвестиционных проектов основан на расчете показателей, которые условно можно разделить на две группы:

- простые критерии эффективности инвестиционных проектов:
  - чистая прибыль;
  - рентабельность инвестиций;
  - простой срок окупаемости капитальных вложений;
  - срок предельного возврата кредитов и процентов по ним;
- критерии эффективности инвестиционных проектов с учетом фактора времени:
  - чистый дисконтированный доход (NPV);
  - внутренняя норма рентабельности;
  - суммарные дисконтированные затраты;
  - дисконтированный срок окупаемости.

Простые показатели эффективности инвестиционных проектов удобно применять для оценки малозатратных и быстрореализуемых проектов, так как они не учитывают временную стоимость денег. При определении критериев эффективности инвестиционных проектов с учетом фактора времени вложенные в проект средства и средства, получаемые при его реализации, дисконтируются [Энергосбережение, 2010].

Самый распространенный метод оценки эффективности инвестиционного проекта основан на расчете NPV. В общем случае в зависимости от положительного или отрицательного значения NPV проект может быть рекомендован к реализации или нет.

*Пример 1*

За основной критерий экономической эффективности собственной генерации принят максимум NPV, и эффективность собственной генерации оценивается путем ее сопоставления с эффективностью централизованного энергообеспечения [Обоскалов В.П., Померанец Д.И., 2013]. Показано, что на принимаемое решение существенно влияет фактор роста цен. В условиях, когда цены на топливо растут быстрее, чем на электрическую и тепловую энергию, эффективность собственной генерации снижается.

*Пример 2*

NPV используется в качестве критерия оптимизации суточной загрузки, а согласование графика загрузки собственного генератора с суточным графиком рыночной цены на электроэнергию при расчете NPV в предположении случайности реализации цены  $M_t^e$  и мощности нагрузки  $P_t^e$ , где  $t$  – номер часа в сутках, предлагается учесть через использование коэффициента согласованности графиков цены и генерируемой мощности, зависящего от коэффициентов вариации  $v(M_t^e)$  и  $v(P_t^e)$  и корреляции  $k(M_t^e, P_t^e)$ :

$$\vartheta_t^e = 1 + v(M_t^e)v(P_t^e)k(M_t^e, P_t^e), e \in \{E_e, E_T\}, \quad (1)$$

где  $E_e, E_T$  – электрическая и тепловая энергия соответственно.

С учетом коэффициента согласованности  $\vartheta_t^e$  формула расчета NPV имеет вид:

$$NPV = K_{nc} - \gamma K_{gr} + (\vartheta_t^{E_e} \bar{M}^{E_e} W^{E_e} + \vartheta_t^{E_T} \bar{M}^{E_T} W^{E_T} - D_{T1}) \tau, \quad (2)$$

где  $K_{nc}$  и  $K_{gr}$  – капиталовложения в подключение потребителя к централизованным сетям энергообеспечения и сооружение установки собственной распределенной генерации;  $\gamma$  – коэффициент, определяемый ежегодными отчислениями на амортизацию и обслуживание установки собственной генерации;  $\bar{M}^{E_e}, \bar{M}^{E_T}$  и  $W^{E_e}, W^{E_T}$  – среднесуточная рыночная цена и выработка электрической и тепловой энергии;  $D_{T1}$  – издержки в текущем году;  $\tau$  – эквивалентный срок службы [Кирпиков А.В., Кирпикова И.Л., Обоскалов В.П., 2014]. Таким образом, корреляция конфигурации графиков мощности собственной генерации с суточным графиком цены существенно влияет на экономический эффект [там же].

*Пример 3*

Методика оценки экономической эффективности размещения источников малой генерации у потребителей (предприятий нефтегазового комплекса) основана на дисконтировании денежных потоков [Паниковская Т.Ю., 2013]. Так же как и в [Обоскалов В.П., Померанец Д.И., 2013], сравниваются два противоположных варианта энергообеспечения. Помимо затрат на электроэнергию, учитывается плата за мощность, потребля-

емую из сети. Методика позволяет определить максимальное значение себестоимости производства электроэнергии, при котором установка распределенного генератора малой мощности экономически эффективна, и верхний предел выбираемой мощности генератора.

Рассмотренные методы оценки экономической эффективности собственной генерации [Обоскалов В.П., Померанец Д.И., 2013; Кирпиков А.В., Кирпикова И.Л., Обоскалов В.П., 2014; Паниковская Т.Ю., 2013] основаны на расчете денежных потоков и предполагают однозначное определение их будущих значений. В большинстве случаев составляющие чистого денежного потока подвержены риску и их нельзя считать неизменными. Например, цены на энергоносители подвержены влиянию многочисленных случайных факторов, однозначно определить которые не представляется возможным. Следовательно, и интегральные показатели эффективности инвестиционного проекта, рассчитанные на основе традиционного подхода, не могут быть использованы для принятия инвестиционных решений в области энергетики, эффективность которых во многом зависит от цен на энергоносители. В этих условиях для объективной оценки эффективности необходимо использовать релевантные инструменты, учитывающие риски, наличие которых объективно обусловлено стохастической природой факторов рыночной конъюнктуры, а в случае использования энергоустановок, предполагающих использование возобновляемых источников энергии, – учитывающие риски, связанные с изменчивостью прихода ресурса [Елистратов В.В., 2013].

### Методы оценки и учета рисков в инвестиционном проектировании

В общем случае риск понимают как возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой различные потери (вложенных средств, имущества и т.п.), а также получение доходов ниже ожидаемого уровня или появления дополнительных расходов в результате определенной производственной и финансовой деятельности [Зак Ю.А., 2013].

Оценка рисков инвестиционного проекта включает в себя качественный анализ рисков и количественное определение значений риска. Качественный анализ представляет собой выявление возможных рисков, проведение их классификации, определение их причин, последствий и набора мер по минимизации ущерба в случае их проявления. Количественная оценка риска –

расчет числовых величин показателей риска, вычисление величины возможного ущерба, расчет стоимостного эквивалента системы антирисковых мероприятий.

В литературе к количественным методам оценки риска инвестиций относят:

- построение «деревьев» решений;
- корректировку ставки дисконтирования;
- построение детерминированных и стохастических аналитических моделей риска (зависимостей уровня риска от параметров проекта и внешней среды);
- анализ вероятностных распределений потоков платежей;
- метод достоверных эквивалентов;
- анализ чувствительности критериев эффективности;
- метод сценариев;
- методы имитационного моделирования (метод Монте-Карло и т. п.);
- методы теории нечеткой логики [Дзюба С. А., 1994; Кукшин А. И., 1999; Матвеев Б. А. 2008; Мельников А. В., 2001; Проскураков А. В., 2009; Рекомендации, 2015].

Выбор метода зависит от имеющихся статистических данных и требуемой точности оценки. При отсутствии необходимой информационной базы невозможно применять методы, требующие расчетов. Имитационное моделирование, основанное на экспертной оценке вероятностей, не способно гарантировать высокую степень точности результатов и принятие обоснованных решений. В этих случаях целесообразно использовать подходы на основе теории нечеткой логики, которые, «с одной стороны, свободны от вероятностной аксиоматики и от проблем с обоснованием выбора вероятностных весов, а с другой стороны, включают в себя все возможные сценарии развития событий» [Недосекин А. О., 2003].

Теория нечеткой логики – это новый, динамично развивающийся подход к оценке риска, который в последнее время находит все большее применение в производственной и финансовой деятельности многих компаний [Зак Ю. А., 2013].

В соответствии с подходом, основанным на теории нечеткой логики, основные параметры инновационного проекта оцениваются в форме нечетких треугольных чисел (минимальное, наиболее ожидаемое и максимальное значения). Эти числа моделируют высказывание следующего вида: «параметр А приблизительно равен  $\bar{a}$  и однозначно находится в диапазоне  $[a_{\min}, a_{\max}]$ ».

Нечеткое треугольное число включает в себя все числа в определенном интервале, однако каждое значение из интервала характеризуется степенью принадлежности к подмножеству треу-

гольного числа. Такой подход позволяет генерировать непрерывный спектр сценариев реализации по каждому параметру финансовой модели [Недосекин А. О., 2003].

Нечеткие треугольные числа уместно использовать, если точное планируемое значение параметров формулы расчета NPV неизвестно. Для каждого уровня достоверности (от 0 до 1) интервальную оценку показателя NPV предложено строить по формуле:

$$[NPV_1, NPV_2] = \left[ -I_2 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_2)^i} + \frac{C_1}{(1+r_2)^{N+1}}, -I_1 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_1)^i} + \frac{C_2}{(1+r_1)^{N+1}} \right], \quad (3)$$

где  $[I_1, I_2]$  – интервал возможных значений первоначального объема инвестиций,  $N$  – число плановых интервалов (периодов, этапов) инвестиционного процесса, соответствующих сроку жизни инновационного проекта;  $i$  – индекс, указывающий на номер планового интервала (периода, этапа);  $[\Delta V_{i1}, \Delta V_{i2}]$  – интервал оборотного сальдо поступлений и платежей в  $i$ -м периоде,  $[r_1, r_2]$  – интервал ставки дисконтирования;  $[C_1, C_2]$  – ликвидационная стоимость чистых активов, сложившаяся в ходе инвестиционного процесса (в том числе остаточная стоимость основных средств на балансе предприятия);  $(N+1)$  – интервал, не относящийся к сроку жизни проекта, а момент завершения взаиморасчетов всех участников инновационного проекта [Кальченко О. А., 2012].

Эффективные инвестиции – такое множество состояний инвестиционного процесса, когда NPV проекта больше заданного инвестором значения  $G$ . Пусть в ходе многовариантной оценки инвестиционного проекта (например, на основе использования разных прогнозных значений цен на энергоресурсы) получены три возможных значения показателя чистой современной ценности инвестиций:  $NPV_{\min}$  – минимальное значение показателя;  $NPV_{\max}$  – максимальное значение показателя;  $NPV_{av}$  – среднее ожидаемое (наиболее вероятное) значение. Итак, NPV можно представить в виде нечеткого треугольного числа. В этом случае степень риска неэффективности инвестиционного проекта для NPV определяется по формуле [Недосекин А. О., 2003]:

$$Risk(G) = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ R \times \left( 1 + \frac{1-r_1}{\alpha_1} \times \ln(1-\alpha_1) \right), & NPV_{\min} \leq G < NPV_{av} \\ 1 - (1-R) \times \left( 1 + \frac{1-r_2}{\alpha_2} \times \ln(1-\alpha_2) \right), & NPV_{av} \leq G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (4)$$

где

$$R = \begin{cases} \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}}, & G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (5)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min}, \\ \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{av} - NPV_{\min}}, & NPV_{\min} \leq G < NPV_{av}, \\ 1, & G = NPV_{av}, \\ \frac{NPV_{\max} - G}{NPV_{\max} - NPV_{av}}, & NPV_{av} < G < NPV_{\max}, \\ 0, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (6)$$

В то же время, если  $NPV$  задан треугольным числом ( $NPV_{\min}, NPV_{av}, NPV_{\max}$ ), а в качестве критерия используется  $G=0$ , то риск неэффективности инвестиционного проекта (риск того, что  $NPV < 0$ ) можно определить по формуле:

$$Risk = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha, \quad (7)$$

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 < NPV_1, \\ \frac{-NPV_1}{NPV_2 - NPV_1}, & \text{при } NPV_1 \leq 0 \leq NPV_2, \\ 1, & \text{при } 0 > NPV_2 \end{cases} \quad (8)$$

$$NPV_1 = NPV_{\min} + \alpha \times (NPV_{av} - NPV_{\min}), \quad (9)$$

$$NPV_2 = NPV_{\max} - \alpha \times (NPV_{\max} - NPV_{av}), \quad (10)$$

$$\alpha_1 = -\frac{NPV_{\min}}{NPV_{av} - NPV_{\min}}, \quad (11)$$

где  $\alpha$  – уровень принадлежности, принимающий значения от 0 до 1.

Если обозначить

$l = -NPV_{\min}$ ,  $m = NPV_{av} - NPV_{\min}$ ,  $q = NPV_{\max} - NPV_{\min}$ , тогда (7) приобретает следующий вид:

$$Risk = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha = \int_0^{\alpha_1} \frac{l - m\alpha}{q(1 - \alpha)} d\alpha = \frac{m}{q} \alpha_1 - \frac{l - m}{q} \ln(1 - \alpha_1) \quad (12)$$

$$= \frac{-NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} + \frac{NPV_{av}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} \ln \frac{NPV_{av}}{NPV_{av} - NPV_{\min}},$$

где  $l$  – значение показателя  $NPV_{\min}$ , взятое со знаком «минус»;  $m$  – разность между  $NPV_{av}$  и  $NPV_{\min}$ ;  $q$  – разность между  $NPV_{\max}$  и  $NPV_{\min}$ .

Таким образом, риск инвестиционного проекта зависит от степени разброса возможных значений  $NPV$ , которая, в свою очередь, определяется волатильностью входных параметров. Соответственно, чем выше изменчивость входных параметров, тем выше риск инвестиционного проекта.

По сравнению с вероятностным методом нечеткой логики позволяет резко сократить объем производимых вычислений и одновременно учитывать в оценке количественные и качественные показатели, не имеющие числовой оценки, что является неоспоримым преимуществом перед другими методами. Кроме того, метод нечеткой логики обеспечивает легкость определения значений изменяемых параметров, так как они задаются нечетким множеством либо вырожденным множеством (интервалом) [Мади Л. В., 2004].

К преимуществам метода теории нечеткой логики следует также отнести возможности оперировать с входными данными, значения которых

невозможно задать однозначно, формализовать и учитывать логические заключения экспертов, включать в анализ качественные переменные, работать с лингвистическими переменными и критериями, а также количественно измерять степень неуверенности лица, принимающего решения. Кроме того, к основным достоинствам метода теории нечеткой логики относится формирование достаточно полного набора возможных сценариев развития инновационного проекта и экономия времени на выяснение точных значений переменных и составление уравнений, которые их описывают, так как при прогнозе исходных параметров от лица, принимающего решения, не требуется формировать точечные вероятностные оценки, ему достаточно задать расчетный диапазон прогнозируемых параметров [Кальченко О. А., 2012]. Недостатки применения метода нечеткой логики связаны с субъективизмом при выборе функций принадлежности и выборе конкретных видов операторов нечеткой логики и их параметров.

Важно отметить, что, помимо оценки эффективности инвестиционных проектов с учетом риска на этапе инвестиционного планирования, для эффективной реализации таких проектов необходимо сформировать соответствующую систему учета и контроля. Предлагается использовать информационную управленческую систему организации, объединяющую все элементы внутрифирменного планирования, учета и контроля, предполагающую деление затрат и расходов на прямые и косвенные [Алешина И. Ф., 2015]. Такой подход позволяет видеть реальную картину текущего финансового результата инвестиционных проектов и повышает качество управленческих решений.

Исследовав предпосылки использования собственной генерации на промышленном предприятии и методы оценки ее эффективности, можно сделать вывод, что эффективность таких инвестиционных проектов определяется рядом факторов, среди которых особенно значимы соотношение цен на электроэнергию и на топливо, корреляция графика загрузки собственного генератора с точным графиком рыночной цены на электроэнергию, мощность энергоустановки, а основным критерием, характеризующим эффективность, является чистый дисконтированный доход.

Однако в кризисных условиях нестабильности рыночной конъюнктуры однозначно определить прогнозные значения экономических параметров не представляется возможным, и традиционные методы оценки эффективности инвестиционных проектов не могут гарантировать принятия обоснованных решений. Неустраняемая неопределенность будущих значений параметров обуславливает необходимость оценки рисков их отклонения от про-

гнозных величин и учета полученных результатов при определении эффективности инвестиционного проекта, прежде всего для проектов в энергетике.

Рассмотренный подход к оценке риска инвестиционного проекта с помощью метода нечеткой

логики предлагается использовать при оценке эффективности внедрения собственной генерации. Это позволит инвестору оценить степень рискованности таких проектов, а также повысит качество принимаемых решений.

1. **Алешина И.Ф.** (2015) Учет инвестиционных проектов в информационной управленческой системе организации // Маркетинг MBA. Маркетинговое управление предприятием. №4. С. 56–61.
2. **Дзюба С.А.** (1994) Анализ и сравнение инвестиционных проектов с учетом риска/РАН, Сиб. отделение, Сиб. энерг. ин-т им. Л.А. Мелентьева. Иркутск: СЭИ, 19 с.
3. **Елистратов В.В.** (2013) Возобновляемая энергетика. 2-е изд., доп. СПб.: Наука. 308 с.
4. **Зак Ю.А.** (2013) Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии. М.: Книжный дом «Либроком». 352 с.
5. **Кальченко О.А.** (2012) Принципы и методы оценки эффективности промышленных инновационных проектов в условиях неопределенности и рисков: Дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. СПб. 169 с.
6. **Кирпиков А.В., Кирпикова И.Л., Обоскалов В.П.** (2014) Стратегии загрузки устройств распределенной генерации в течение суток // Промышленная энергетика. №4. С. 12–15.
7. **Климовец О.В.** (2015) Экономико-технологические преимущества использования распределенной генерации // Вопросы экономики и права. №10. С. 86–90.
8. **Кукшин А.И.** (1999) Методы управления финансовыми рисками. М.: МГУИ. 97 с.
9. **Мади Л.В.** (2004) Совершенствование механизма количественной оценки рисков инвестиционных проектов (на примере проектов по добыче углеводородных ресурсов): Обз. инф. М.: ООО «ИРЦ Газпром». 52 с. (Сер.: Экономика, организация и управление производством в газовой промышленности).
10. **Матвеев Б.А.** (2008) Теоретические основы исследования статистических рисков. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 248 с.
11. **Мельников А.В.** (2001) Риск-менеджмент: Стохастический анализ рисков в экономике финансов и страхования. М.: Анкил. 112 с.
12. Методика построения прогноза свободных (нерегулируемых) цен на электрическую энергию по субъектам Российской Федерации [б.г.] // ОАО «АТЭС». URL: <https://www.atsenergo.ru/results/statistic/fcast/fcorem/index.htm>.
13. **Недосекин А.О.** (2003) Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: Дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.13. СПб. 302 с.
14. О государственном регулировании цен на газ, тарифов на услуги по его транспортировке и платы за технологическое присоединение газоиспользующего оборудования к газораспределительным сетям на территории Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 29.12.2000 №1021 [ред. от 04.09.2015] // КонсультантПлюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_29748/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_29748/).
15. Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности: Постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. №1172: [ред. от 10.11.2015]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
16. **Обоскалов В.П., Померанец Д.И.** (2013) Оценка эффективности применения устройств распределенной генерации с учетом динамики цен на энергоносители // Промышленная энергетика. №9. С. 2–7.
17. **Паниковская Т.Ю.** (2013) Комплексная оценка экономической эффективности размещения источников малой генерации // Промышленная энергетика. №8. С. 2–6.
18. **Проскураков А.В.** (2009) Оценка и управление рисками инновационного проекта с применением имитационного моделирования // Управление риском. №4. С. 7–14.
19. Рекомендации по стандартизации Р 50.1.094-2014 Менеджмент риска. Идентификация, оценка и обработка риска проекта на предынвестиционном, инвестиционном и эксплуатационном этапах. (2015) М.: Стандартинформ. 20 с.
20. Сценарные условия, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и предельные уровни цен (тарифов) на услуги компаний инфраструктурного сектора на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов (2015)/М. // Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: [http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/c804fd9b-7418-4f12-b075-9923e54ed9b4/Сценарные+условия\\_2016-2018.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=c804fd9b-7418-4f12-b075-9923e54ed9b4](http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/c804fd9b-7418-4f12-b075-9923e54ed9b4/Сценарные+условия_2016-2018.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=c804fd9b-7418-4f12-b075-9923e54ed9b4).
21. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: Учебник для вузов/О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. М.: ИД МЭИ, 2010. – 424 с.
22. **Hadley S.W., Van Dyke J.W., Poore W.P. et al.** (2003) Quantitative Assessment of Distributed Energy Resource Benefits [S.a.] // Oak Ridge National Laboratory. URL: <http://www.ornl.gov/~webworks/cppr/y2001/rpt/116227.pdf>.
23. **Lovins A.B., Datta E., Feiler T. et al.** (2002) Small is profitable: The Hidden Economic Benefits of Making Electrical Resources the Right Size // Rocky Mountain Institute. URL: [http://library.uniteddiversity.coop/Money\\_and\\_Economics/Small-is-Profitable.pdf](http://library.uniteddiversity.coop/Money_and_Economics/Small-is-Profitable.pdf).
24. **Perpermans G., Driesen J., Haeseldonckx D. et al.** (2005) Distributed Generation: definition, benefits and issues // Energy Policy. Vol. 33. P. 787-798.
25. **Stevenson T.** (2010) Analysis of barriers to Distributed Generation (DG): A report prepared for the Energy Efficiency and Conservation Authority (EECA) // EECA. P. 78. URL: <http://www.eeca.govt.nz/sites/all/files/dg-barriers-report-june-2010.pdf>.
26. The Potential Benefits of Distributed Generation and Rate-Related Issues That May Impede Their Expansion. A Study Pursuant to Section 1817 of the Energy Policy Act of 2005/U.S. Department of Energy (2007) // federal Energy Regulatory Commission. URL: <http://www.ferc.gov/legal/fed-sta/exp-study.pdf>.